

Raport

Pakiet działań 2

Działanie 2.1 Analiza istniejących profili dostawców energii i profili obciążenia energetycznego w regionie SNB oraz opracowanie lokalnie dostosowanych profili obciążenia energetycznego dla regionu Srewna–Nysa–Bóbr

(Profile obciążenia miast)

Opracowali:

Paweł Szcześniak

Piotr Leżyński

Robert Smoleński

Charakterystyka zasilania dla miast Zielonej Góry i Gubina

Zielona Góra i Gubin to miasta położone w południowej części województwa lubuskiego. Z punktu widzenia zaopatrzenia w energię elektryczną znajdują się na obszarze obsługiwanym przez spółkę dystrybucyjną ENEA Operator – Oddział Dystrybucji Zielona Góra (OD-4).

W oddziale funkcjonują Rejony Dystrybucji (RD), które zarządzają siecią dystrybucyjną na szczeblu lokalnym. Na rysunku 1 przedstawiono mapę obrazującą podział obszaru działania poszczególnych RD. W ramach rejonów mogą funkcjonować Punkty Eksploatacyjne (PE), w których działają lokalne jednostki techniczne (brygady ruchowe i utrzymaniowe) podlegające Rejonowi Dystrybucji.



Rys. 1 Obszar działania Oddziału Dystrybucji Zielona Góra

Zasilanie Miasta Zielona Góra

Zasilanie miasta realizowane jest w układzie wielopoziomowym, obejmującym sieci przesyłowe (220 kV), sieci dystrybucyjne wysokiego napięcia (110 kV), średniego napięcia (15 kV) oraz niskiego napięcia (0,4 kV).

Podstawowym źródłem zasilania regionu zielonogórskiego jest stacja systemowa PSE 220/110 kV Leśniów, zlokalizowana poza granicami miasta. Pełni ona rolę węzła przesyłowego energii elektrycznej dla południowej części województwa lubuskiego. Stacja transformuje energię z poziomu 220 kV do 110 kV, na którym realizowane jest bezpośrednie zasilanie miasta.

W sieci tej funkcjonuje kilka stacji GPZ (Głównych Punktów Zasilających). Zapotrzebowanie energetyczne miasta określono na podstawie danych zbiorczych z tych punktów zasilania.

Zasilanie Miasta Gubin

Gubin jest zasilany z Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Miasto nie posiada bezpośredniej stacji systemowej 220/110 kV na swoim terenie i jest zasilane z regionalnej sieci 110 kV, która obejmuje zachodnią część województwa lubuskiego. Podstawowym punktem zasilania miasta jest Główny Punkt Zasilający GPZ Gubin (110/15 kV), zlokalizowany w granicach administracyjnych miasta. Założono, że zapotrzebowanie miasta na energię jest tożsame ze poborem energii w tym punkcie zasilającym.

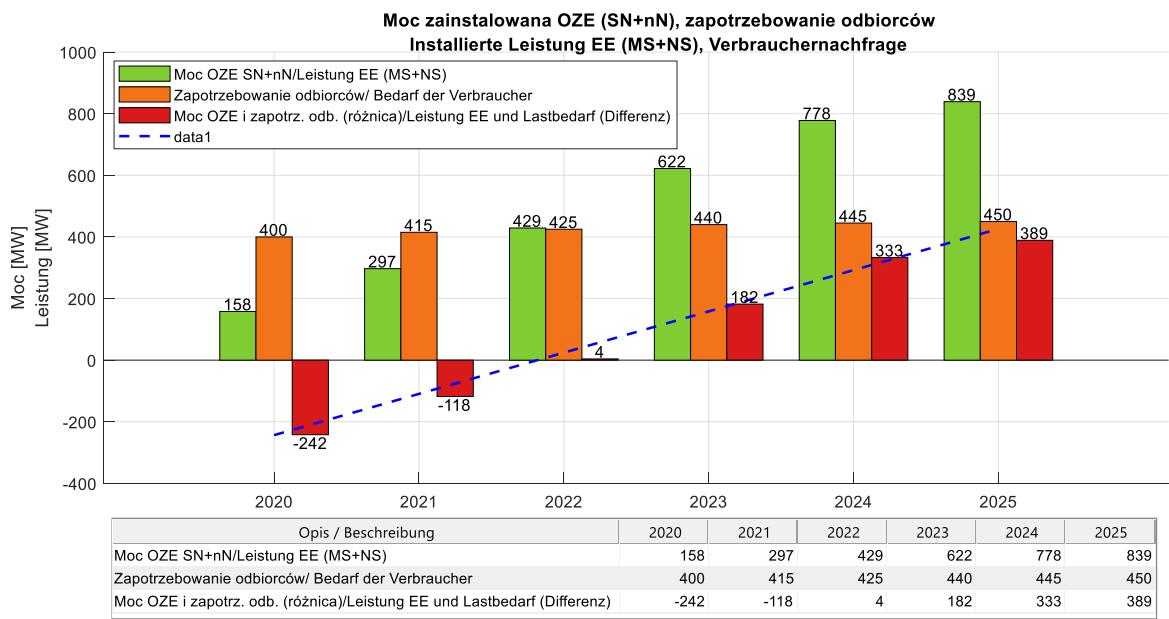
Instalacje Wytwórcze OZE

Na terenie Oddziału Dystrybucji Zielona Góra znajdują się instalacje wytwórcze OZE. Rozkład mocy tych instalacji oraz ilości energii wyprodukowanej w 2024 roku pokazano w tabeli 1. Dodatkowo w tabeli 1 pokazano uzysk roczny energii na jednostkę mocy danego typu źródła OZE.

Tabela 1.

	Moc przył. [MW]	En. wytw. [MWh]	Uzysk [MWh/MW]
Elektrownie wiatrowe	96,4	277546,3	2877,9
Fotowoltaika	747,9	545665,6	729,6
Elektrownie wodne	24,2	58382,1	2416,8
Biogaz	5,3	9507,2	1809,2

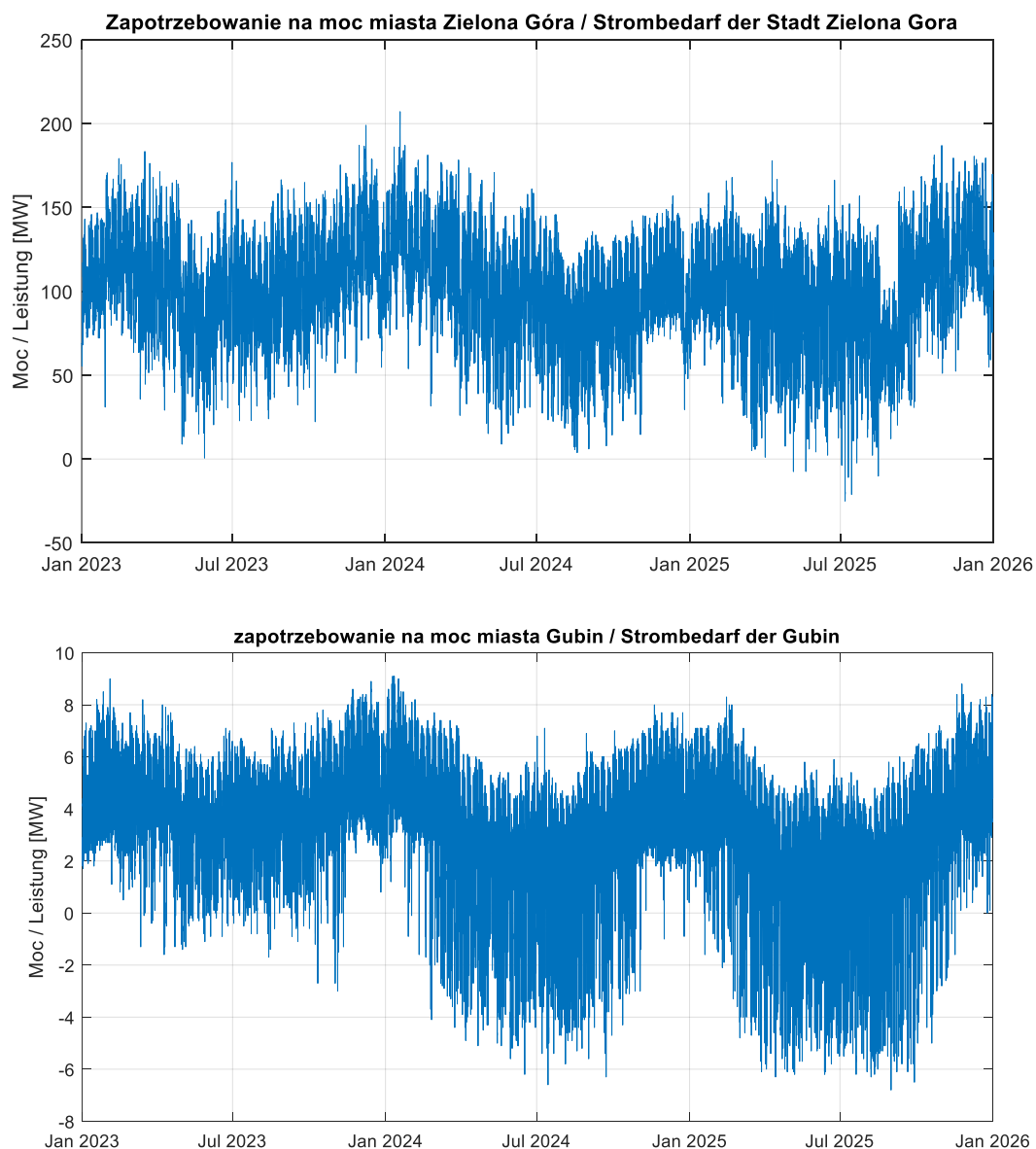
Z przedstawionych OZE największy uzysk energii odnotowano dla instalacji wiatrowych. Uzysk ten oznacza, że średnio instalacja wiatrowa może wygenerować 2877,9 MWh/rok dla instalacji o mocy 1 MW. Najniższy uzysk mają instalacje fotowoltaiczne, dla których uzysk wynosi jedynie 729,6 MWh/MW / rok. Jednocześnie można zauważyć, że instalacje fotowoltaiczne, mimo najmniejszego uzysku, wygenerowały w ciągu roku najwięcej energii z analizowanych źródeł odnawialnych. Wynika to z dużej ilości mocy zainstalowanych. Moc zainstalowana OZE rosła w ostatnich latach (rysunek 2). W 2025 roku moc zainstalowana OZE przekracza maksymalne zapotrzebowanie o 389 MW przy 450 MW zapotrzebowania. Przedstawione na rys. 2 dane dotyczą całego Oddziału Dystrybucji Zielona Góra.



Rys. 2. Zestawienie mocy zainstalowanej OZE z mocą odbiorców w latach 2020-2025 / Installierte Leistung EE (MS+NS), Verbrauchernachfrage

Profile zużycia energii elektrycznej

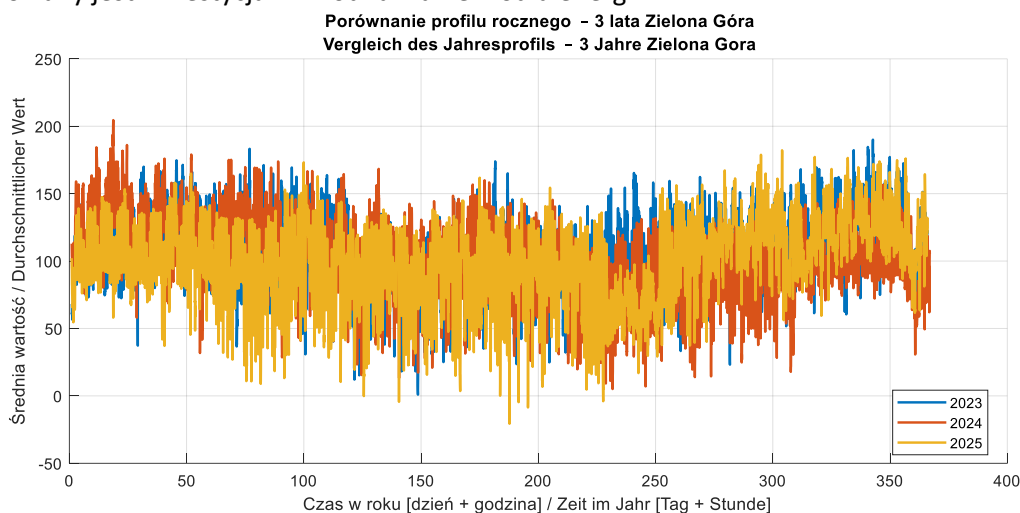
W niniejszym punkcie przedstawione zostaną profile zużycia energii dla miast Zielonej Góry i Gubina. Profile te przedstawiają zużycie energii w czasie i zostały zebrane z liczników umieszczonych w głównych stacjach 110 kV zasilających te miasta. Na rysunku 3 Przedstawiono profil mocy dla miasta Zielona Góra i Gubin w latach 2023-2025 . Profil przedstawia dane agregowane w interwałach 30- lub 15-minutowych.



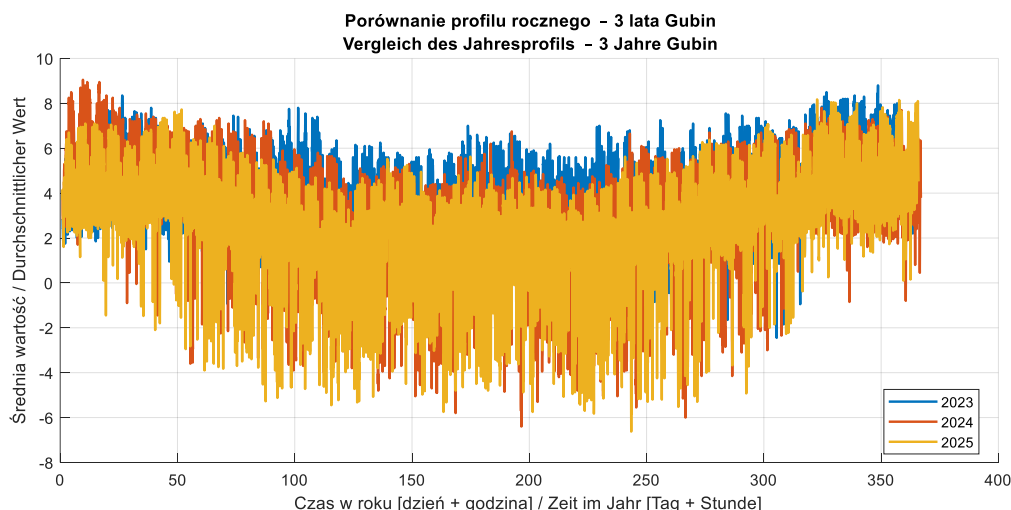
Rys. 3 Zapotrzebowanie na moc miast Zielona Góra i Gubin, w latach 2023-2025 / Strombedarf der Städte Zielona Góra und Gubin im Zeitraum 2023-2025

Zapotrzebowanie na moc i wynikające z niego zapotrzebowanie na energię elektryczną wzrasta w okresach zimowych i maleje w okresach letnich. Ponadto można zobaczyć wahania dobowe i tygodniowe zapotrzebowania na energię elektryczną. Dla miasta Zielona Góra zmiany w latach nie były zbyt duże i charakter profilu zużycia energii nie zmienił się znacząco, co pokazano dodatkowo na rysunku 4. Natomiast dla miasta Gubin profil zużycia energii zmienił się wyraźnie na przestrzeni ostatnich lat. Jak widać na rysunku 5. Zużycie energii w Gubinie latem nie tylko znacząco spadło, ale

zwiększyła się produkcja energii (wartości ujemne na wykresie). Wzrost produkcji energii w mieście spowodowany jest inwestycjami w odnawialne źródła energii.

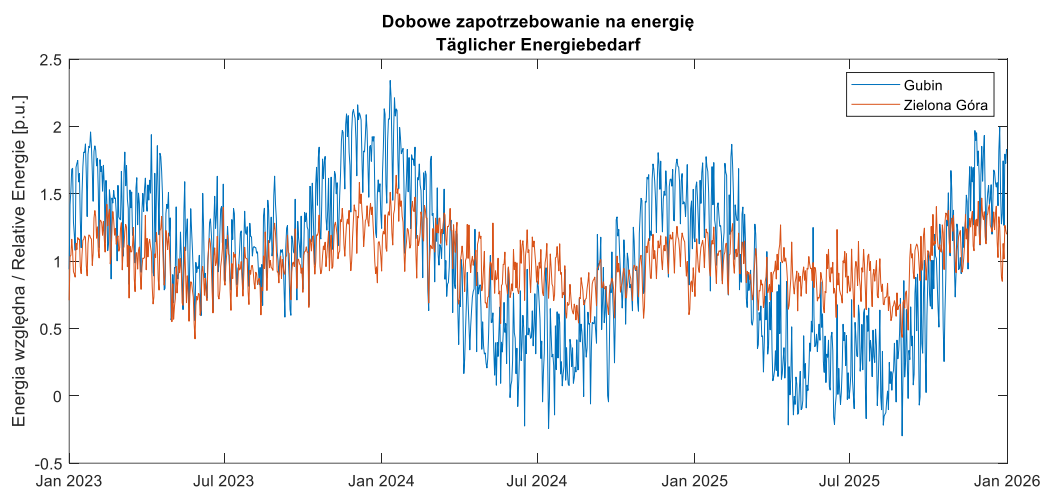


Rys. 4 Porównanie profili rocznych dla miasta Zielona Góra/ Vergleich des Jahresprofils – 3 Jahre Zielona Góra

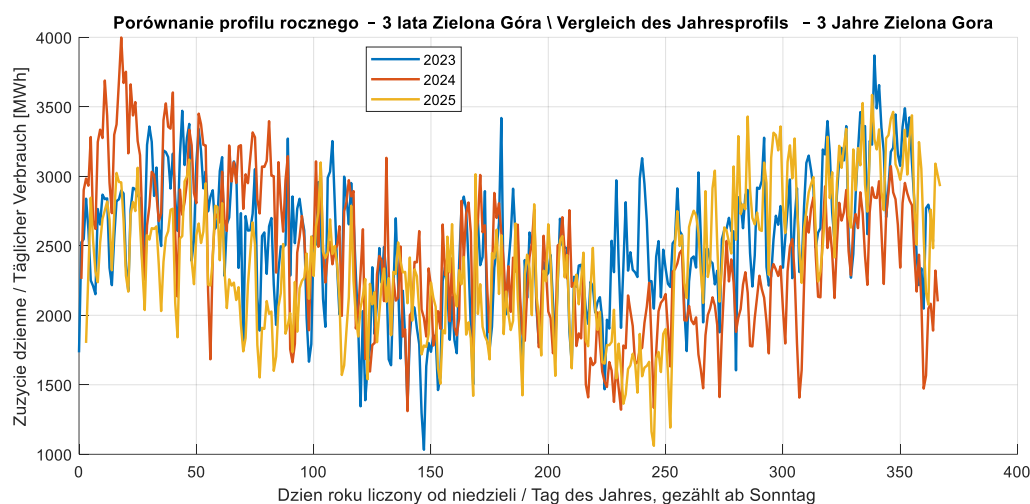


Rys. 5 Porównanie profili rocznych dla miasta Gubin/ Vergleich des Jahresprofils – 3 Jahre Gubin

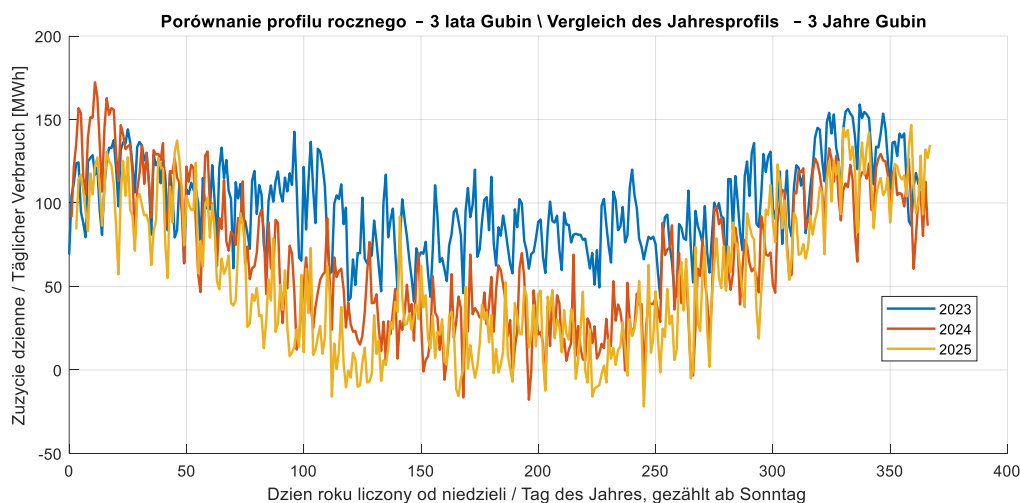
Na rysunku 6 pokazano jak zmienia się zapotrzebowanie na energię w Zielonej Górze i Gubinie. Dane na rysunku 6 pokazano w sposób względny, odnosząc zapotrzebowanie na energię każdego dnia do wartości średniej zapotrzebowania. W Zielonej Górze zapotrzebowanie dobowe jest dość stabilne i zmienia się o około połowę w górę i dół. W Gubinie zmiany względne są większe i rosną w kolejnych latach. Zmiany występują sezonowo i spowodowane są najprawdopodobniej dużym nasyceniem odnawialnych źródeł energii w Gubinie.



Rys. 6. Porównanie względne zapotrzebowania na energię dla miast Zielona Góra i Gubin / Relativer Vergleich des Energiebedarfs für die Städte Zielona Góra und Gubin

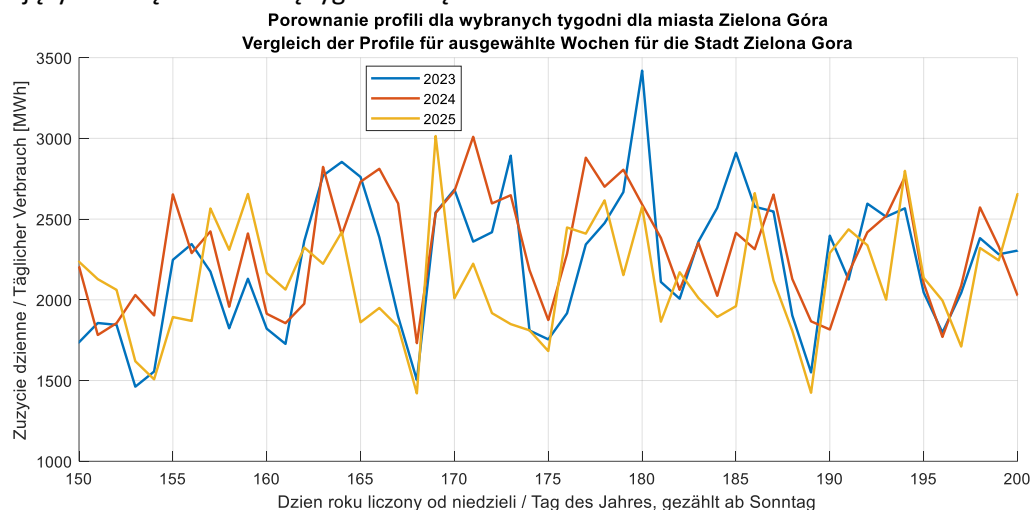


Rys. 7. Porównanie dobowego zużycia energii w latach 2023 – 2025 dla Zielonej Góry / Vergleich des täglichen Energieverbrauchs in den Jahren 2023–2025 für Zielona Góra

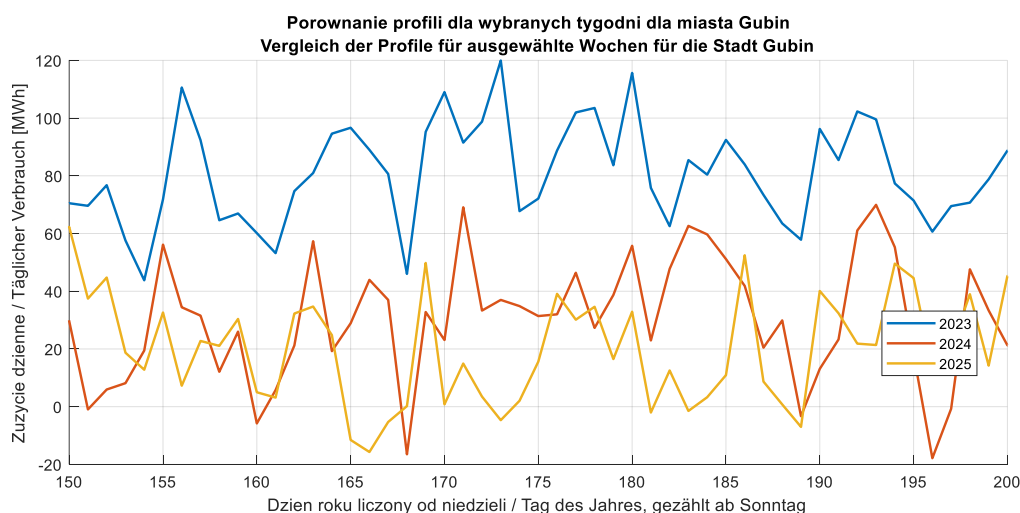


Rys. 8. Porównanie dobowego zużycia energii w latach 2023 – 2025 dla Gubina / Vergleich des täglichen Energieverbrauchs in den Jahren 2023–2025 für Zielona Góra

Na rysunkach 7 i 8 pokazano zmiany dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną dla Zielonej Góry i Gubina. Na osi poziomej wykresów znajduje się numer dnia roku, który był liczony od pierwszej niedzieli. Zabieg ten zastosowano aby pokazać występującą zależność w zapotrzebowaniu tygodniowym – zapotrzebowanie na energię elektryczną w soboty i niedziele jest niższe niż zapotrzebowanie w dni powszednie. Widać to po rozmieszczeniu minimów lokalnych na profilu obciążania co 7 dni. Powiększone fragmenty profili zapotrzebowania dobowego pokazano na rysunkach 9 i 10. Na tych rysunkach doskonale widać synchronizację minimów lokalnych występujących z częstotliwością tygodniową.



Rys. 9. Porównanie dobowego zużycia energii w latach 2023 – 2025 dla Zielona Góra / Vergleich des täglichen Energieverbrauchs in den Jahren 2023–2025 für Zielona Gora



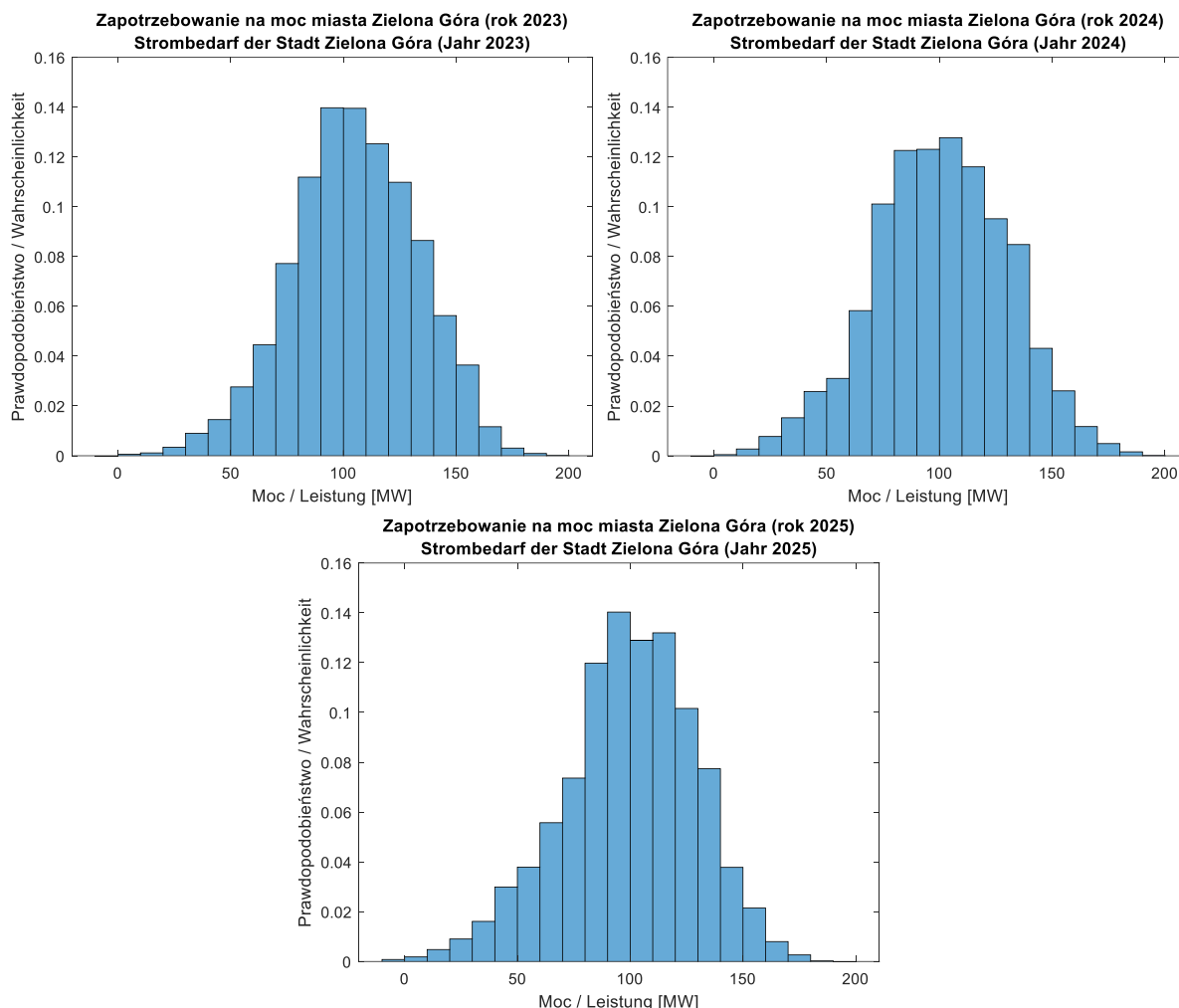
Rys. 10. Porównanie dobowego zużycia energii w latach 2023 – 2025 dla Gubina / Vergleich des täglichen Energieverbrauchs in den Jahren 2023–2025 für Gubina

Analizując profile zapotrzebowania na moc i dobowego zapotrzebowania na energię można zaobserwować wahania zarówno tygodniowe jak i sezonowe. Dla Gubina dodatkowo widać znaczącą zmianę charakteru zapotrzebowania na energię elektryczną na przestrzeni analizowanych lat. W roku 2025 widoczne jest znaczące obniżenie zużycia dobowego energii co wynika z nasycenia lokalnych źródeł OZE, głównie fotowoltaicznych.

Na kolejnych rysunkach (11 i 12) przedstawiono histogramy zapotrzebowania na moc, dla obu analizowanych miast. Histogramy wykreślono dla 3 analizowanych lat. Dla Zielonej Góry rozkład zapotrzebowania na moc przypomina rozkład normalny o środku w okolicy 100 MW. Widać nieznaczne

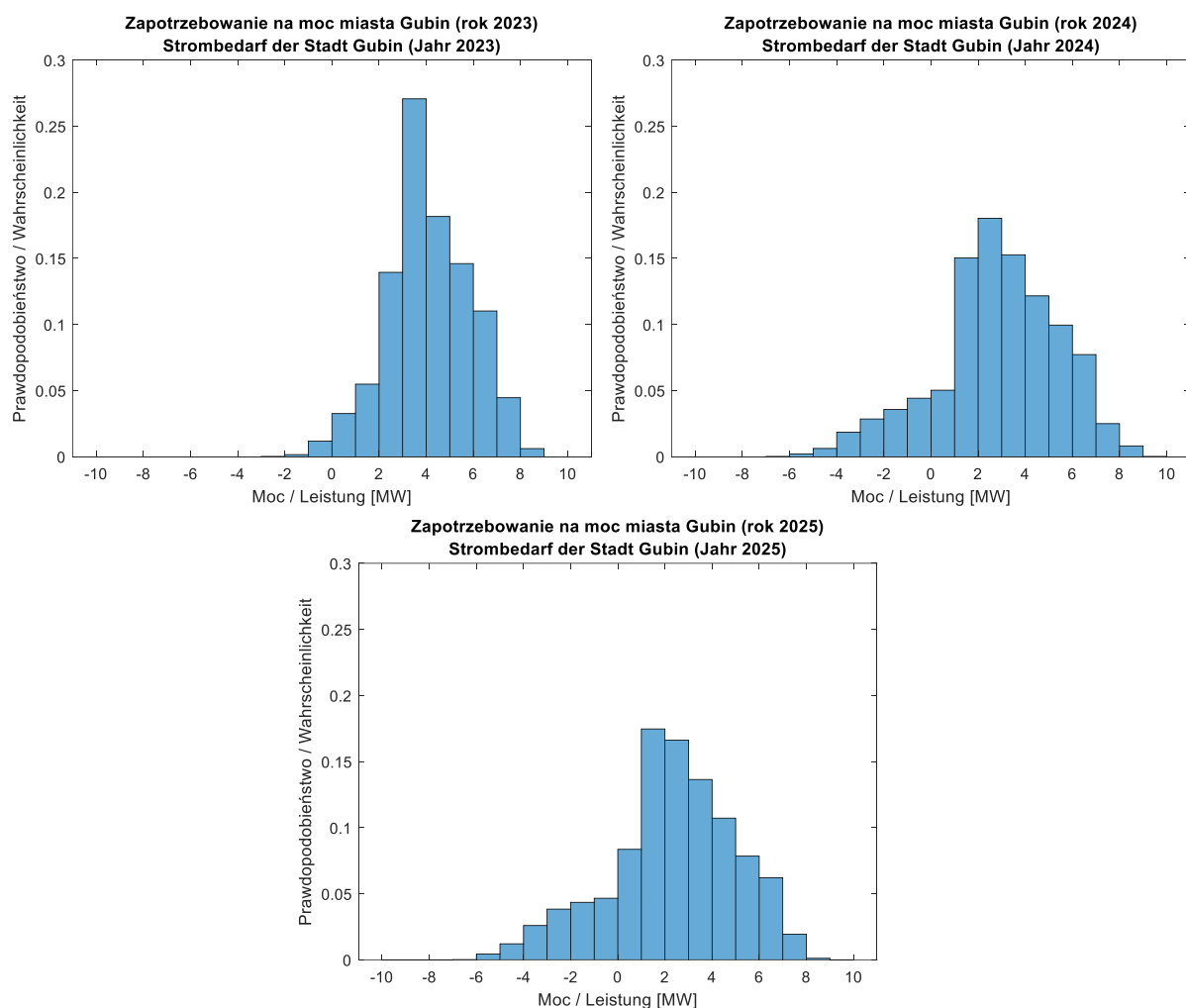
przesunięcie rozkładu w lewo - zmniejszenie zapotrzebowania na przestrzeni ostatnich lat. Zależność tę potwierdzają dane zebrane w tabeli 1.

Histogramy dla Gubina mają inny kształt (rysunek 12). Rozkłady w latach 2024 i 2025 wykazują cechy jednomodalności, jednak obserwowane spłaszczenie w obszarze maksimum może wskazywać na nakładanie się dwóch blisko położonych modów.



Rys. 11. Histogramy zapotrzebowania na moc w Zielonej Górze w latach 2023-2025 / Histogramme des Leistungsbedarfs in Zielona Góra in den Jahren 2023–2025

W tabeli 1 zebrano dane dotyczące zużycia energii w Gubinie i Zielonej Górze. Dane rozdzielono na lata. Podano także zużycie dobowe energii z podziałem na dni powszednie i weekendy. Jak można zauważyć zużycie energii w soboty i niedziele jest, dla Zielonej Góry, średnio o 10 – 13 % mniejsze niż zużycie energii w tygodniu. W Gubinie ta różnica jest jeszcze większa i sięga 25% w roku 2025. Widoczne jest również systematyczne zmniejszanie się zapotrzebowania na energię elektryczną. W Zielonej Górze w roku 2023 średnie zapotrzebowanie na moc wynosiło nieco ponad 105 MW, a w 2025 roku spadło poniżej 100 MW. W Gubinie spadek zapotrzebowania na moc był jeszcze większy. W 2023 roku zapotrzebowanie wynosiło około 4 MW a w 2025 roku spadło do 2,3 MW.

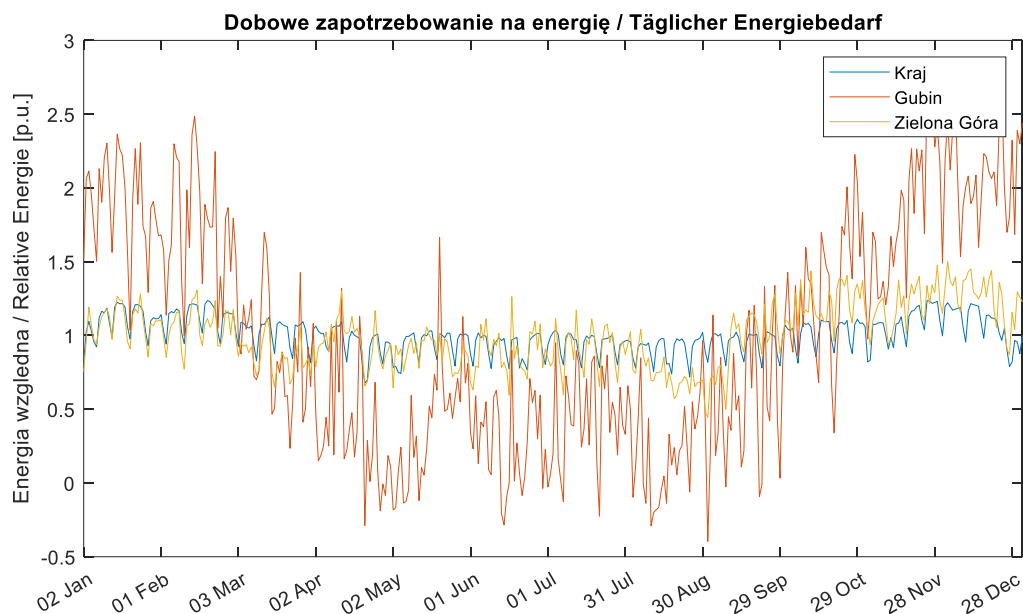


Rys. 12. Histogramy zapotrzebowania na moc w Gubinie w latach 2023-2025 / Histogramme des Leistungsbedarfs in Gubin den Jahren 2023–2025

Tabela 1. Zapotrzebowani na moc i energię elektryczną

	Zielona Góra			Gubin		
Rok	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Średnia moc [MW]	105,03	100,72	99,45	4,08	2,81	2,30
Średnie zużycie dobowe [MWh]	2521,1	2417,5	2387,1	97,95	67,53	55,25
Średnie zużycie dobowe Soboty i niedziele [MWh]	2194,27	2136,48	2136,47	81,23	51,66	41,39
Średnie zużycie dobowe [MWh] pn-pt [MWh]	2653,10	2529,03	2486,98	104,70	73,84	60,78
Zużycie roczne [MWh]	919142	884558	871101	35713	24702	20144

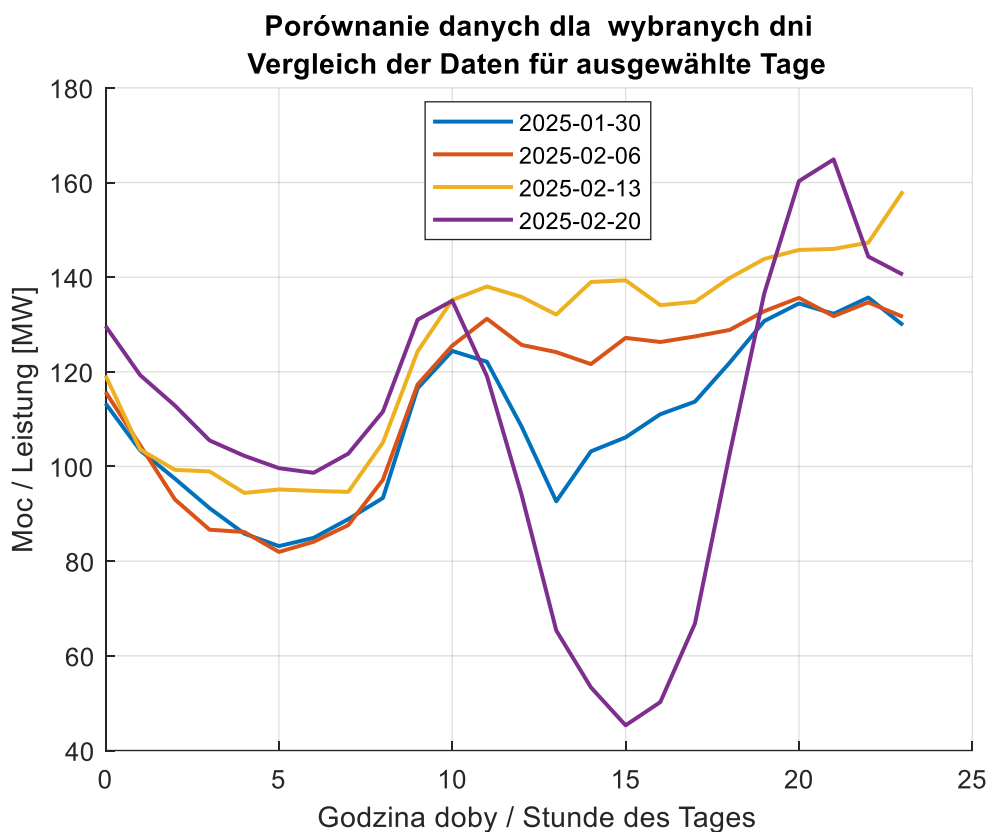
Na rysunku 13 przedstawiono względny profil (wartości chwilowe odniesiono do średniej) dziennego zapotrzebowania na energię dla miast Zielonej Góry, Gubina i całego Kraju. Dane dla kraju pozyskano z portalu PSE (<https://www.pse.pl/dane-systemowe>). W danych widoczne są prawidłowości. Widoczne są wahania sezonowe i tygodniowe. Wahania względne dla kraju są mniejsze od wahań dla analizowanych miast. Podwyższone zużycie występuje w okresie zimowym. Minima obserwowane są latem. Ponadto widoczne są minima tygodniowe występujące w soboty i niedziele oraz dodatkowe dni wolne od pracy (np. weekend majowy i święta bożego narodzenia).



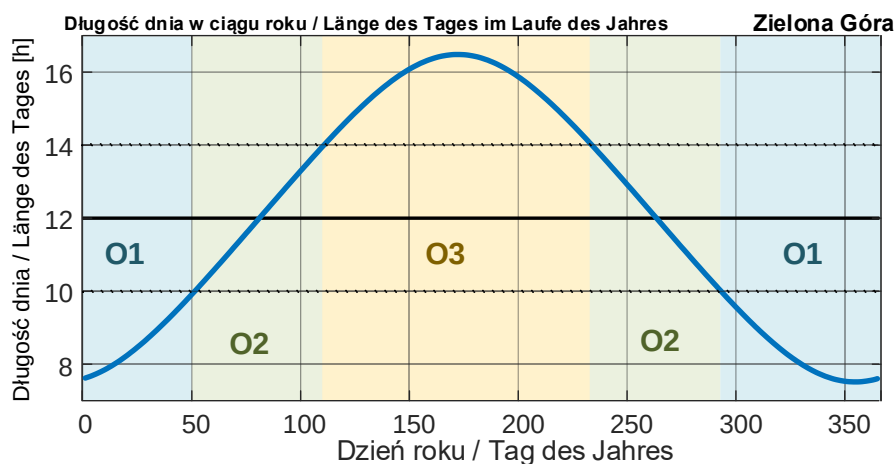
Rys. 13. Porównanie względnego poboru energii dla Zielonej Góry, Gubina i całego Kraju

Profile dziennego zużycia energii

Poza zmianami sezonowymi i tygodniowymi obserwuje się zmiany poboru energii w trakcie dnia. Na rysunku 14 pokazano profile zużycia dobowego dla czterech arbitralnie dobranych dni (czwartków) z roku 2025. Trzy przedstawione profile z dni 30 stycznia oraz 6 i 13 lutego są jakościowo do siebie zbliżone, natomiast czwarty profil z dnia 20 lutego znacząco odbiega od pozostałych, w godzinach od 11:00 do 17:00, co spowodowane jest przez generację fotowoltaiczną. Generacja fotowoltaiczna zależy w dużej mierze od lokalnej pogody i pory roku i wynikającej z niej długości dnia. W Zielonej Górze najdłuższy dzień w roku trwa ponad 16 godzin, natomiast najkrótszy dzień nie ma 8 godzin. Wykres przedstawiający długość dnia w Zielonej Górze w zależności od momentu (dnia) roku pokazano na rysunku 15. Dla miasta Gubin długości dni są podobne, a różnica czasu trwania dnia wynosi maksymalnie 4 minuty.



Rys. 14. Przykładowe profile zapotrzebowania na energię elektryczną dla Zielonej Góry / Beispielhafte Lastprofile des elektrischen Energiebedarfs für Zielona Góra



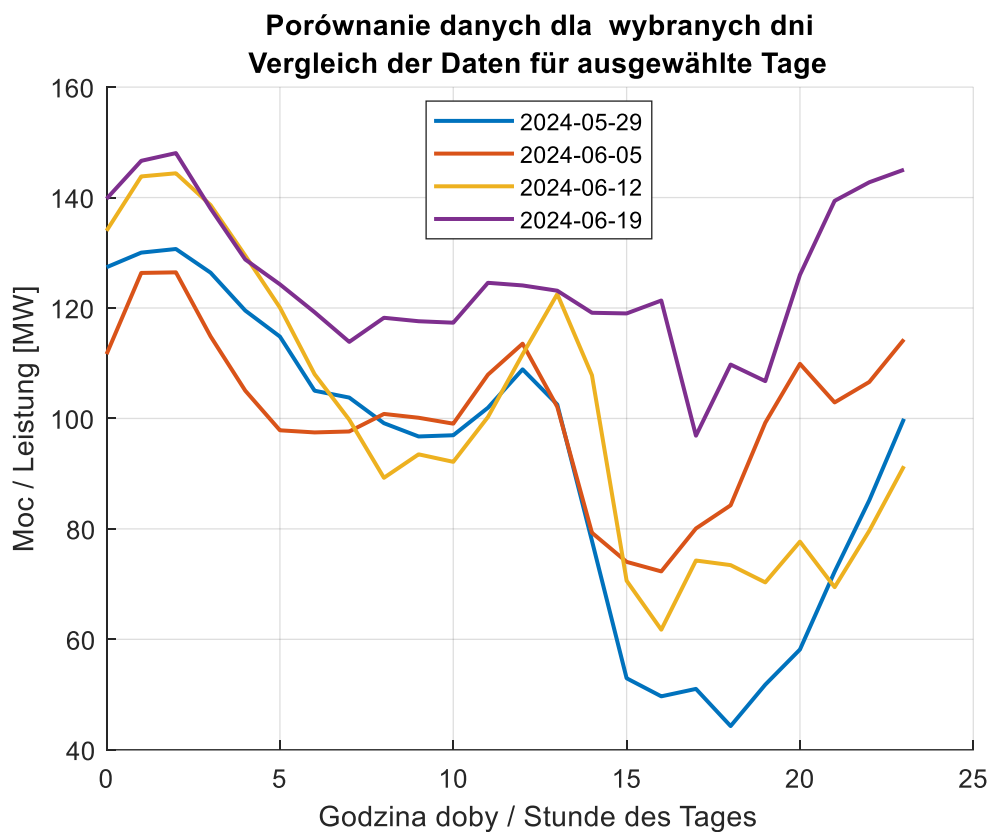
Rys. 15. Długość dnia w Zielonej Górze dla poszczególnych dni roku

W zależności od długości dnia zdecydowano się podzielić rok na trzy okresy O1:

- O1 dzień krótszy niż 10 h
- O2 dzień dłuższy niż 12 h
- O3 dzień >10 h i <12 h

Dla tych okresów przygotowano profile dobowe uśrednione oraz profile minimalnych i maksymalnych wartości. Profile dla danego okresu mogą się różnić w poszczególnych dniach. Mimo to można dostrzec pewne charakterystyczne elementy. Na rysunku 15 pokazano cztery przykładowe profile dobowe dla Zielonej Góry z okresu O3 roku 2024. W profilach widać szczyt zapotrzebowania na energię ranny w godzinach 2:00 – 3:00 oraz wieczorny po godzinie 20:00. Minimum występuje w godzinach 15:00-

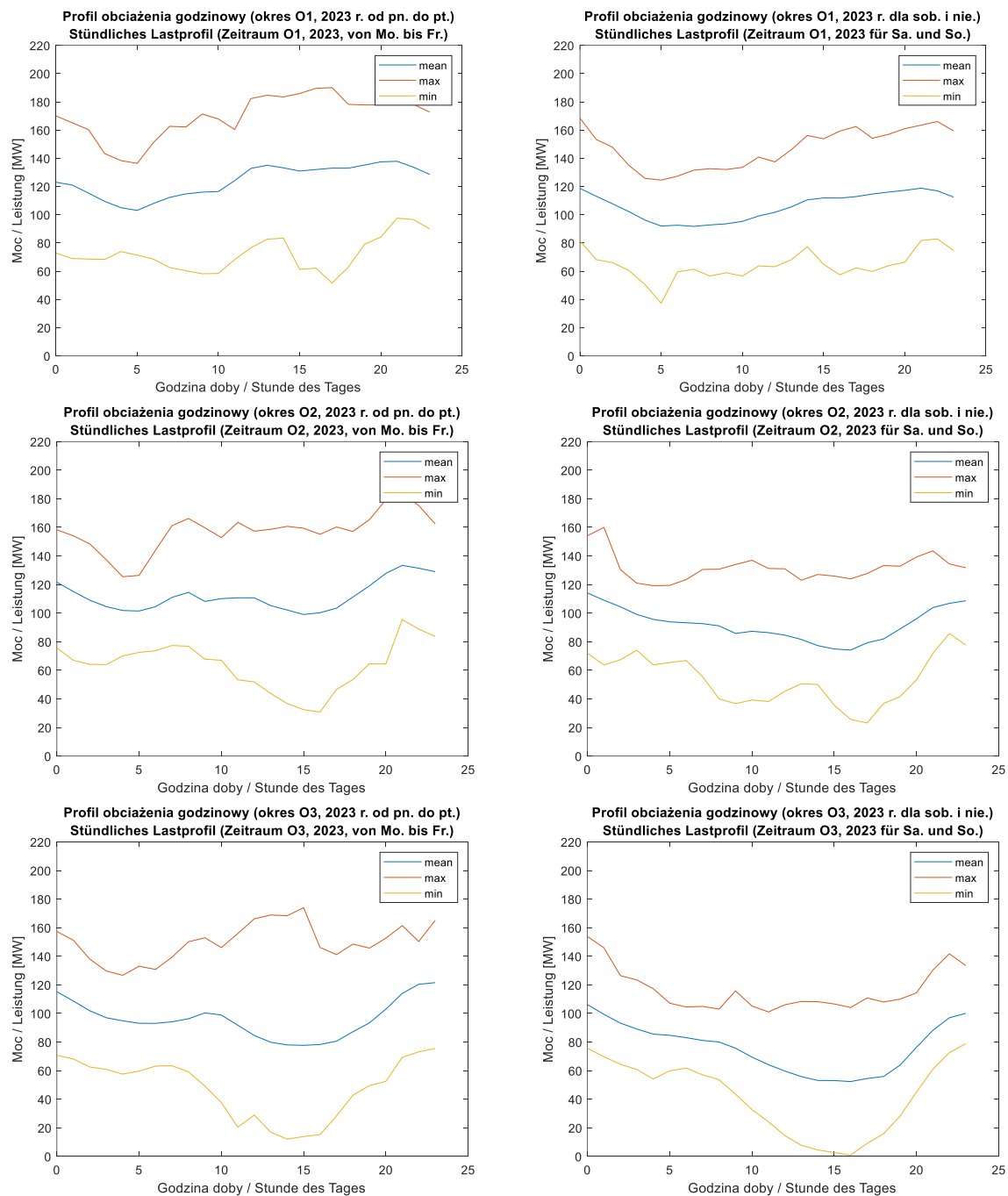
19:00. W tych godzinach występuje jeszcze duża generacja fotowoltaiczna, przy jednoczesnym obniżeniu aktywności zawodowej mieszkańców.



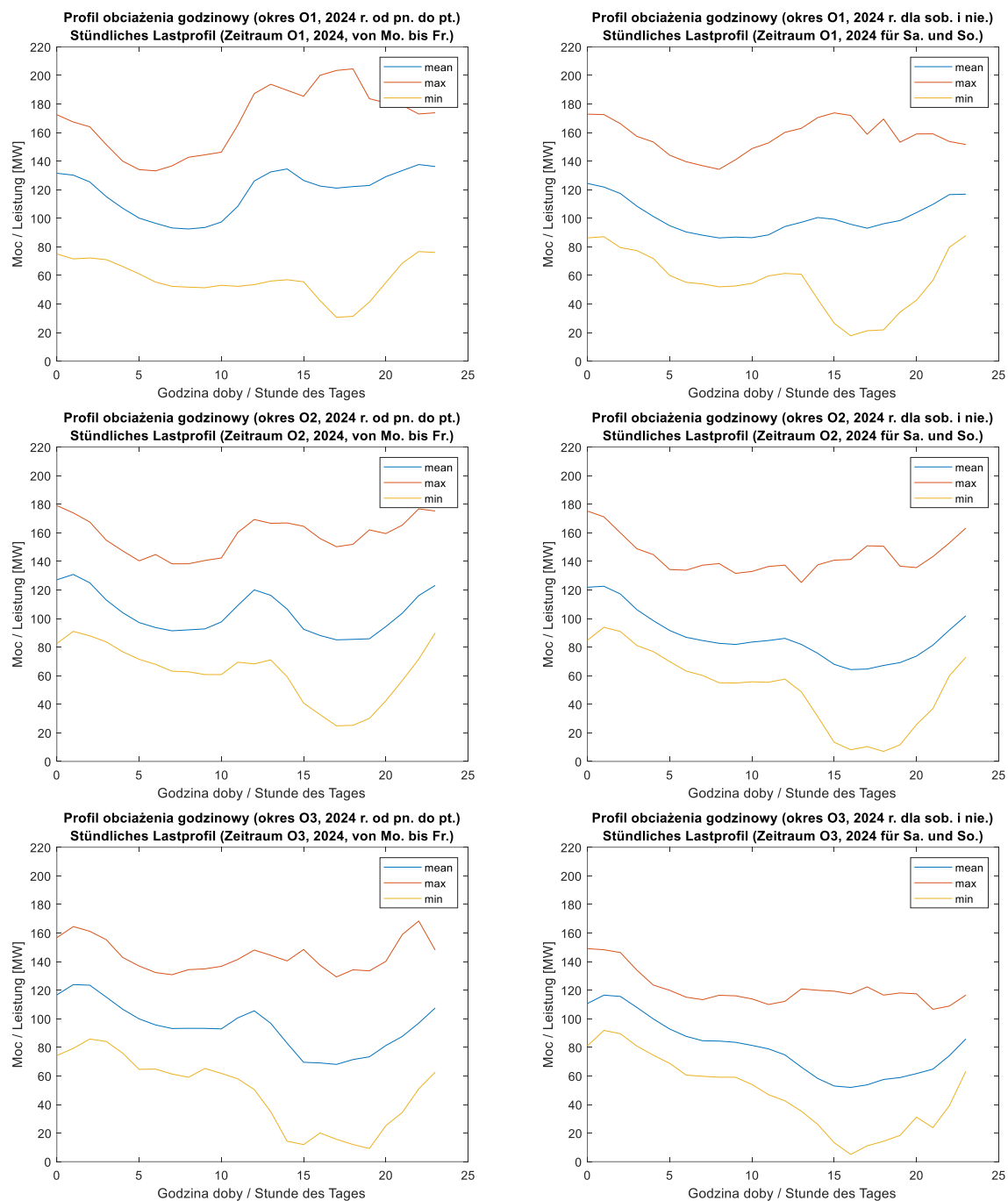
Rys. 16. Przykładowe profile dzienne dla miasta Zielonej Góry w okresie O3 roku 2024 / Beispielhafte Tagesprofile für die Stadt Zielona Góra im Zeitraum O3 im Jahr 2024

Na kolejnych rysunkach przedstawiono profile dzienne charakterystyczne dla miasta Zielona Góra (rysunki 17-19) oraz dla miasta Gubin (rysunki 20-22)

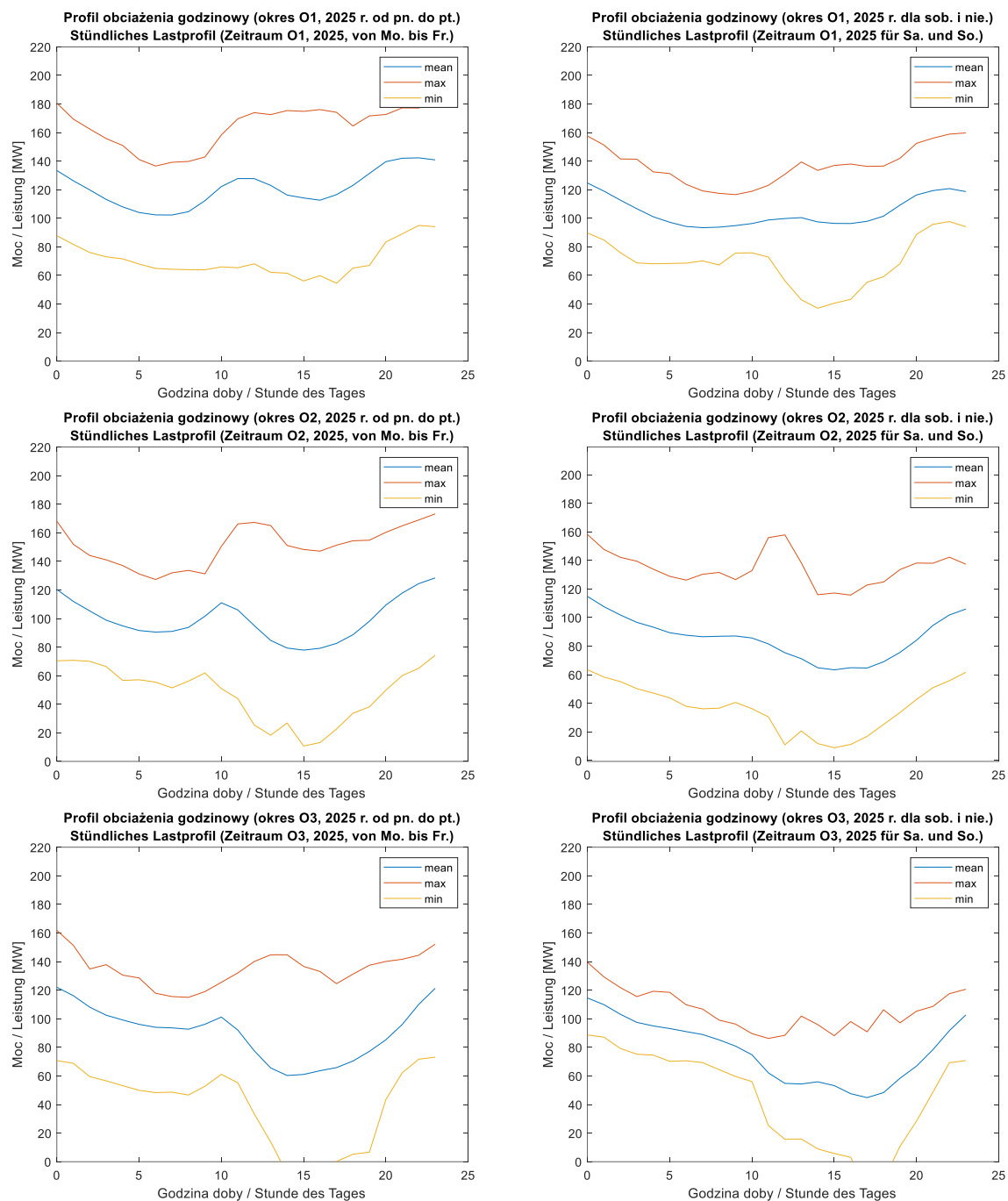
Profile dzienne dla Zielonej Góry



Rys. 17. Charakterystyczne profile dzienne dla miasta Zielonej Góry w roku 2023 / Charakteristische Tagesprofile für die Stadt Zielona Góra im Jahr 2023

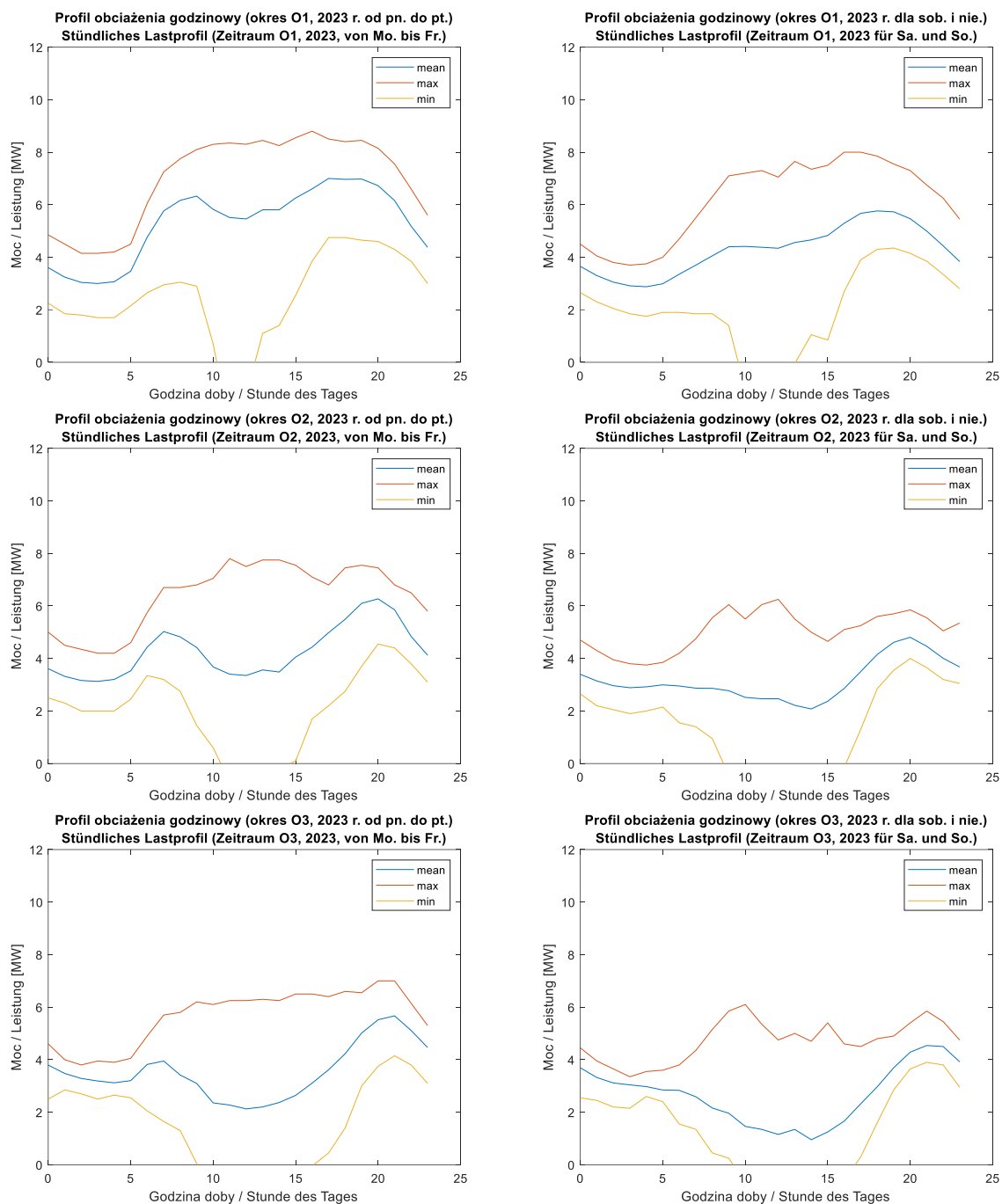


Rys. 18. Charakterystyczne profile dzienne dla miasta Zielonej Góry w roku 2024 / Charakteristische Tagesprofile für die Stadt Zielona Góra im Jahr 2024

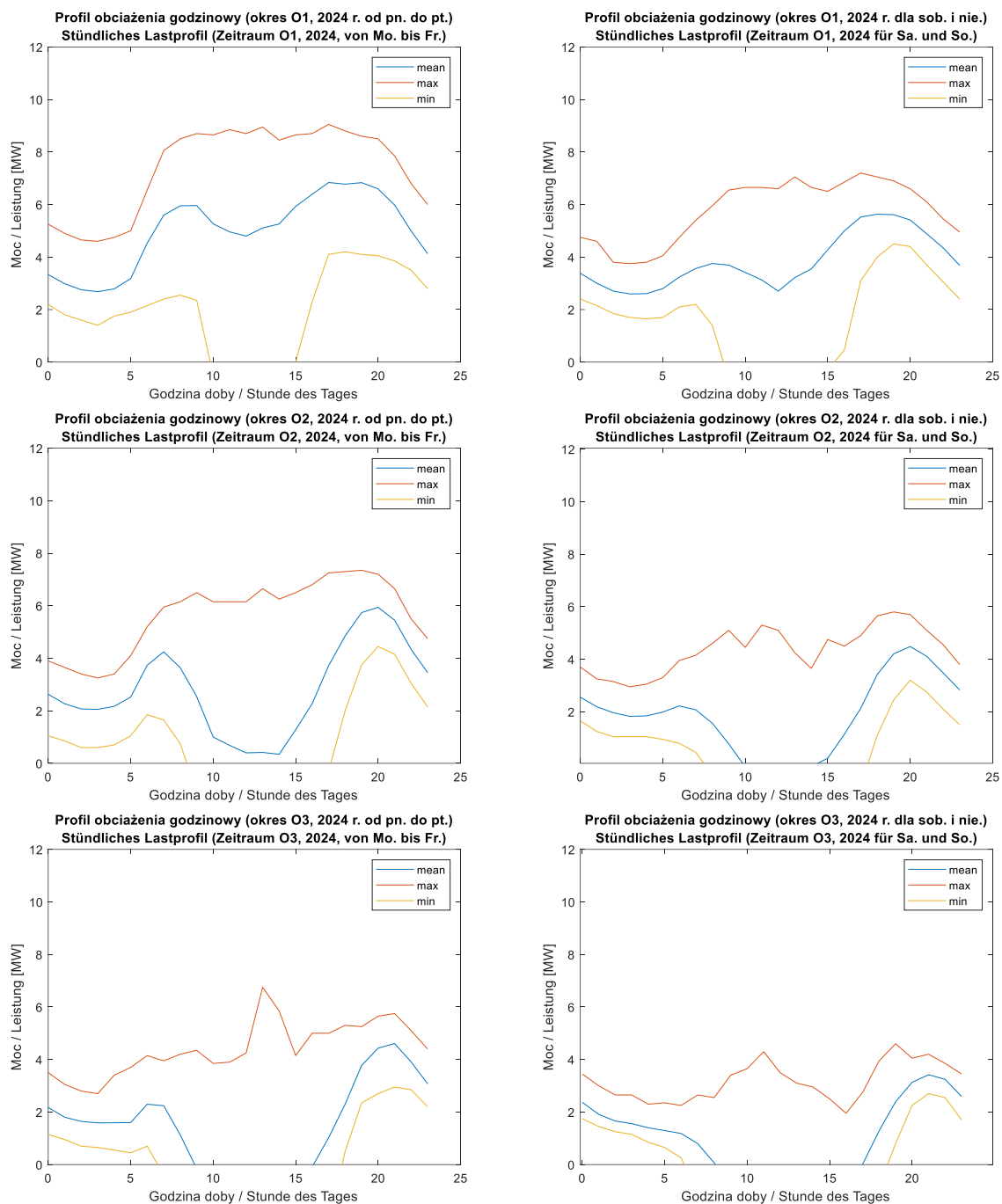


Rys. 19. Charakterystyczne profile dzienne dla miasta Zielonej Góry w roku 2025 / Charakteristische Tagesprofile für die Stadt Zielona Góra im Jahr 2024

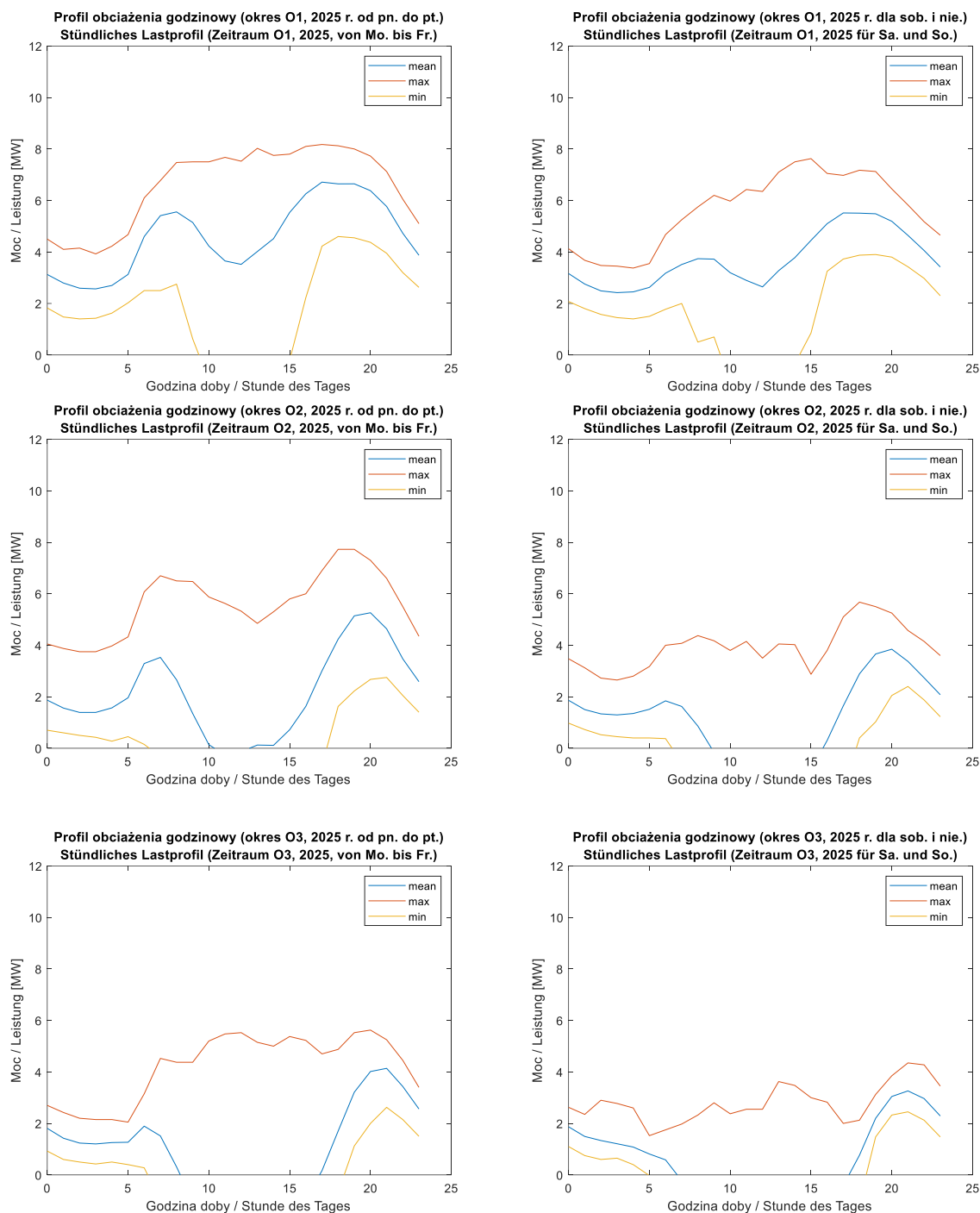
Profile dzienne dla Gubina



Rys. 20. Charakterystyczne profile dzienne dla miasta Gubina w roku 2023



Rys. 21. Charakterystyczne profile dzienne dla miasta Gubin w roku 2024



Rys. 22. Charakterystyczne profile dzienne dla miasta Gubin w roku 2025

Podsumowanie

W raporcie przedstawiono analizę zużycia energii w miastach Zielona Góra i Gubin. Przedstawione dane potwierdzają zmienność roczną, sezonową, tygodniową i dzienną zużycia energii elektrycznej w tych miastach. Znajomość profili zapotrzebowania na energię elektryczną jest kluczowa przy planowaniu sposobów zaopatrzenia miast w tą energię.

Zwiększenie generacji z OZE wpływa na większą zmienność profili zużycia szczególnie w okresie letnim, gdzie w godzinach południowych występuje duża generacja przewyższająca zapotrzebowanie.